

## Inspección digital profunda de aerogeneradores

*Las infraestructuras de producción de energía limpia que más están creciendo en la actualidad son la eólica y la fotovoltaica. En ambas se tiende hacia el gigantismo de las estructuras. Esto plantea desafíos de operación y mantenimiento. Este es el campo de trabajo de Arborea Intellbird, empresa de un joven equipo de ingenieros salmantinos, creadores de una plataforma digital que une software especializado y el dron Aracnocóptero aplicado a la inspección aérea, y que está permitiendo digitalizar la inspección de aerogeneradores, grandes instalaciones fotovoltaicas o líneas eléctricas.*

### La era digital

Algunos autores citan un volumen de casi un millón de manuscritos albergados en la mítica biblioteca de Alejandría, en su época más floreciente. En este enclave se ubicaba hace 2000 años la meca del saber humano, en la que muy pocos afortunados podían iluminarse. Hoy una nada despreciable proporción de la población del planeta porta un dispositivo en su bolsillo capaz de dar acceso instantáneo a una vertiginosamente creciente cantidad de libros y documentos técnicos disponibles. Su número multiplica por mucho los activos de la mítica biblioteca de la era ptolemaica. El acceso universal e instantáneo al conocimiento nos proyecta a lo que podría asemejarse a un nuevo Renacimiento.

Todo ello ha sido posible gracias a la gran evolución experimentada por la tecnología de microprocesadores. Su transformación en un objeto de gran consumo, ha favorecido su miniaturización, mejora continua y abaratamiento. Las repercusiones de esta evolución de la gestión del silicio permiten ya una supercomputación de bolsillo, que está siendo aplicada también a la robotización de nuestro entorno, ayudada por los cada vez más anchos cauces de comunicación digital. El internet de las cosas se extiende para cubrir los objetos de nuestra vida cotidiana. La gestión y análisis de ingentes masas de datos se acelera con ayuda de redes neuronales artificiales, capaces de aprender y generar respuestas cada vez más inteligentes.

El avance tecnológico descrito se sustenta claramente en procesos de electrificación. A esta electrificación se suma paulatinamente el transporte, lo que incrementará la demanda. Parece importante avanzar una producción cada vez más sostenible de esta electricidad. Las infraestructuras de producción de energía limpia que más están creciendo en el momento actual son la eólica y la fotovoltaica. En ambas se tiende hacia el gigantismo de las estructuras. Esto plantea desafíos de operación y mantenimiento que crecen a la par que el tamaño de las palas o la superficie sembrada con inmensos huertos solares. El optimizado de las labores de inspección y reparación con carácter predictivo son una de las claves de esta evolución. De hecho, la digitalización y automatismo de estos procesos comienza a perfilarse como algo esencial para posibilitar una electrificación masivamente sustentada en estructuras generadoras de energía renovable.

***Según datos de Bloomberg New Energy Finance, el sector de generación eólica es uno de los segmentos de la industria en más rápido crecimiento a nivel mundial. Con más de 268.000 aerogeneradores instalados en todo el mundo a finales de 2014 (2) y 539.123 MW, a finales de 2017, según datos del Global Wind Energy Council (GWEC).***

El empleo de grandes aerogeneradores se expande rápidamente en base al precio de la energía, las consideraciones ambientales y la eficacia creciente de estas máquinas. Según datos de Bloomberg New Energy Finance, el sector de generación eólica es uno de los segmentos de la industria en más rápido crecimiento a nivel mundial. Con más de 268.000 aerogeneradores instalados en todo el mundo a finales de 2014 (2) y 539.123 MW, a finales de 2017 según datos del Global Wind Energy Council (GWEC).

Los aerogeneradores típicos, diseñados para producir 1-3 MW de electricidad montan una configuración tripala, estándar en esta industria, de 30 a 50 m de longitud, si bien la industria eólica tiende a su sustitución por máquinas cada vez más grandes y eficientes, que montando palas de hasta 80m de longitud pueden generar 7 MW.

Las palas de los aerogeneradores son elementos de sofisticado diseño que presentan complejas curvaturas. Basadas en estructuras multicapa de grosor variable, están construidas con materiales compuestos de capas de fibras y resinas artificiales, con refuerzos en ocasiones de madera. Estos elementos son diseñados para operar un mínimo de 20 años. Sin embargo, en la práctica surgen dificultades: Las palas se encuentran sometidas a desgastes, impactos de partículas que arrastra el viento y en ocasiones fuertes tensiones y torsiones. Esto origina una serie compleja de defectos, variables en función del tipo de diseño de pala, su modelo e incluso número de serie, ya que las diferencias en su proceso de fabricación y características de los materiales o diseños son muy variables, en una industria que carece de una larga tradición y por tanto de estándares bien establecidos en base a suficientes referencias históricas.

***Se impone una aplicación de la tecnología que permita esclarecer la situación real de estos activos y activar un procedimiento de mantenimiento predictivo sostenible. Esto despejará el escenario de peligrosas incertidumbres y estabilizará la relación entre fabricantes, promotores y aseguradoras.***

Los programas de mantenimiento predictivo de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos de los aerogeneradores son habituales en el sector de la industria eólica, mientras que, en el caso de las palas, que son sin duda uno de los componentes más críticos de esta maquinaria, no existe aún un esquema extendido. La aparición súbita de daños catastróficos en las palas, no son

frecuentes, si bien cuando tienen lugar son muy gravesos.

Actualmente el sector industrial eólico avanza en la mejora de procedimientos para generar un potencial mantenimiento predictivo de las palas que permita establecer programas de reparación temprana a bajo coste, centrados sobre la identificación de defectología en sus primeros estadios, con objeto de evitar así grandes siniestros. La puesta en marcha de este tipo de tecnologías es esencial para el correcto dimensionado de los riesgos y la sostenibilidad del negocio de las aseguradoras en este sector. Hasta la fecha, la situación de las palas de los aerogeneradores, componente crítico, se mantenían en una peligrosa incertidumbre. La consecuencia directa de los daños catastróficos sobrevenidos, que se repiten de manera recurrente es una desesperante pérdida de coberturas para los pequeños promotores y un encarecimiento posiblemente innecesario de las primas, cuando no un mal negocio para las aseguradoras. Se impone una aplicación de la tecnología que permita esclarecer la situación real de estos activos y activar un procedimiento de mantenimiento predictivo sostenible. Esto despejará el escenario de peligrosas incertidumbres y estabilizará la relación entre fabricantes, promotores y aseguradoras.

### *Filmando desde el aire una inspección eólica*

Este es el campo de trabajo de Arborea Intellbird. La innovación aportada por el joven equipo de ingenieros salmantinos, creadores de la plataforma digital que une software especializado y el dron Aracnóptero aplicado a la inspección aérea, está permitiendo digitalizar la inspección de aerogeneradores, grandes instalaciones fotovoltaicas o líneas eléctricas. Su vuelo garantiza seguridad en las palas de los aerogeneradores de muy diversos países, tales como España, Portugal, México, Chile, o incluso Japón, por citar algunos ejemplos. Esta pequeña compañía en la que se integró Iberdrola y el Estado español a través de CDTI genera servicios a las principales multinacionales de la energía limpia. Al impulsar el procesado digital inteligente se aumenta la eficiencia y seguridad en las grandes infraestructuras de producción, a la vez que se reducen sus costes de operación y mantenimiento. De este modo se apuesta por una aceleración en la expansión de la generación renovable, como camino hacia la sostenibilidad.

## **Inspección de las palas con drones, primeros pasos**

En la primera década del siglo XXI el desarrollo de la industria de los drones comienza a enfocarse tímidamente a aplicaciones en el sector de la energía eólica. En 2010 la industria eólica española propuso de manera pionera a Arborea Intellbird la creación de un dron multirrotor específico para inspección de palas de aerogeneradores. El sistema se desarrolló a partir de la plataforma Aracnóptero, cuyo diseño se comenzó en 2008. En 2012 el Aracnóptero EOL6 se presentó con notable éxito en la mayor feria del sector del viento, la Husum Wind Energy en el norte de Alemania.

*En 2010 la industria eólica española propuso de manera pionera a Arborea Intellbird la*

## *creación de un dron multirrotor específico para inspección de palas de aerogeneradores.*

Para valorar las posibles ventajas que aporta la tecnología dron a la inspección de palas de aerogeneradores, se hace necesario por un lado conocer las necesidades del sector y por otro las soluciones que aporta el mercado; sus diferencias y ventajas.

Pese al auge mundial, el sector de la energía eólica, es en algunas áreas geográficas un sector económicamente contraído. Esto se debe a la inestabilidad de políticas regulatorias, que establecen incertidumbre en los mecanismos de inversión. La tendencia, en todos los casos es optimizar los procesos de mantenimiento reduciendo al máximo sus costes por aerogenerador, especialmente en aquellos procesos que puedan considerarse rutinarios. Por este motivo es habitual en esta industria la asignación de unos montos fijos muy ajustados al mantenimiento por máquina, que implican revisión y mantenimiento de todos aquellos componentes que la requieren, que son muchos. A los cuadros eléctricos, multiplicadoras, ascensores, sistemas de aceite, control electrónico o mecanismos diversos de seguridad se suman las palas.

Considerando el número de elementos a mantener y el ajustado presupuesto para ello, no es aplicable como máxima general ningún procedimiento de inspección que aun siendo óptimo, exceda unos costes operativos muy ajustados.

Partiendo de esta máxima se analiza un segundo principio, en este caso relativo a la aplicación civil industrial del sector dron, que sostiene que no suele ser viable emplear tecnología aérea para sustituir aquello que puede hacerse desde tierra de forma barata, segura y exitosa, salvo que se superen estos tres parámetros desde el aire, lo cual suele ser un complejo desafío.

## **Necesidades del sector**

La industria eólica demanda informes técnicos motivados que detecten con precisión, analicen, diagnostiquen las patologías y emitan recomendaciones concisas ajustadas a los principios de economía y prudencia. Datos que permitan realmente establecer un esquema de mantenimiento predictivo. Esto que pudiera parecer simple, dista mucho de serlo. Las consecuencias de un defecto detectado en una pala pueden variar en función del proceso de fabricación, del modelo e incluso de la serie. En este sentido se han detectado partidas defectuosas en las que determinados síntomas han de ser entendidos a tiempo, a riesgo de catástrofe. Tal como se ha analizado, el diagnóstico de defectología de palas es una tarea de alto nivel técnico que requiere experiencia y un profundo conocimiento histórico de este producto tan especializado, como son las palas de un aerogenerador.

## **Inspección Digital**

Este método novedoso plantea ventajas en relación a los descuelgues de técnicos por las palas o la inspección desde el suelo en los aspectos de seguridad. Aventaja en tiempo de parada al telescopio y absolutamente en cuanto a la calidad de los datos obtenidos por este.

Realizar un análisis posterior, basado en las imágenes o vídeo captados in situ de la totalidad de la superficie del aerogenerador implica el procesado de una ingente cantidad de datos, multiplicando el esfuerzo de inspección. La cantidad de información obtenida en una inspección con SARP de las palas de un aerogenerador, tomando imágenes de toda la superficie con cámaras réflex de alta resolución puede en este momento oscilar entre los 5 y 10 Gbytes de datos por máquina. Este notable incremento innecesario de información ha de ser filtrado y analizado, lo que supone multiplicar el número de horas/técnico asociado a la inspección. Como se ha mencionado, la detección y categorización de defectos en palas es un trabajo de ingeniería especializado. Analizar minuciosamente cientos de fotografías de alta resolución de cada aerogenerador, no es un proceso viable para la industria del ramo. Vulnera la primera máxima de economía en el procedimiento de inspección, expuesta anteriormente.

Las principales ventajas de la tecnología basada en drones estriban en sus posibilidades para aportar mediciones multisensoriales y generar datos repetibles de alta calidad.

## El desafío del procesado

La mayoría de los métodos de inspección de palas de aerogeneradores se basan en la generación de una inspección in situ, La decisión sobre que defectos reseñar y documentar, queda a criterio técnico del inspector.

Esto implica la necesidad de trasladar sobre el terreno a un inspector cualificado, que de otro modo tendría que revisar gran cantidad de fotografías o extensos vídeos en gabinete, generando una duplicación del esfuerzo de inspección poco operativa.

Esta información puede ser gestionada mediante plataformas de software, con objeto de automatizar la gestión de algunos datos del proceso de inspección para trasladarlo fuera del campo. Esto plantea considerables ventajas incrementando el rigor y objetividad de la inspección. La plataforma de software desarrollada ( Web Blade) nos permite solventar el escalón del procesado, generando mapeos completos de pala en diversos espectros, midiendo y posicionando los daños con precisión, incluso aquellos no visibles como las deficiencias en las líneas de pegado entre elementos internos. Esta tecnología disruptiva ha sido implantada por Iberdrola y otras grandes del sector, habiendo sido aplicada a la auditoría de miles de palas por todo el mundo.

La complejidad de diagnóstico de defectología en base a los muy diversos parámetros en juego; -un defecto no tiene la misma importancia en todas las palas-, reduce la utilidad real del reconocimiento automático puro, si bien la visión artificial integrada permite una medición muy objetiva y precisa. El ojo experimentado del ingeniero experto es una garantía ineludible para la industria eólica hoy por hoy y esto se ve apoyado por los algoritmos matemáticos que relacionan defectología con consecuencias y facilitan la aplicación de inteligencia artificial al proceso. Esta

plataforma innovadora permite un profundo conocimiento objetivo y repetible de la situación de la pala, obtenido mediante un ensayo no destructivo realizado en la seguridad de la distancia, al tomar datos desde la aeronave. El análisis inteligente y automatizado permite detectar y medir problemas estructurales internos y externos, analizar y posicionar defectos y relacionarlos entre sí, facilitando la comparación de las palas, su evolución en el tiempo y por tanto ordenarlas en ranking de riesgos y necesidades de mantenimiento actuales y futuras. Este procedimiento disruptivo desarrollado en España con la participación estrecha de Iberdrola, que combina drones y software, ha sido recientemente validado también por VESTAS como procedimiento aplicable a sus palas.

Contar con datos repetibles de la mejor resolución posible, provenientes de un número elevado de sensores de buena calidad, validados desde el punto de vista técnico para la detección de defectología, es un factor importante para justificar el empleo ventajoso de esta plataforma de inspección digital aérea frente a cualquier otro sistema.

Los drones que hoy se extienden de manera rápida en la industria civil, dominan el cielo de la eólica como valiosos aliados en pro de la extensión de la energía renovable.

## **Carlos Bernabéu González, Presidente y CEO de Arborea Intellbird**

*Carlos Bernabéu con el equipo de operación eólica de Iberdrola en La Venta, Oaxaca, México.*

Responsable del desarrollo y fabricación de Aracnocóptero® y de sus aplicaciones a inspección de Aerogeneradores o líneas eléctricas para grandes compañías del sector.

Ha dirigido operaciones de inspección aérea Endesa, Iberdrola, Enel, o Red Eléctrica de España, entre otras.

- Director de la escuela de formación de pilotos de Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados (SARP), de Arborea la primera de España. Colaborador de la escuela UAS del Ejército del Aire.
- Responsable de múltiples proyectos de I+D aplicados a Gestión Ambiental para Administraciones Públicas dentro y fuera de España.
- Experto en manejo y etología de aves de presa y gestión de aves y otros vertebrados de especies invasoras.
- Ponente y conferenciante de diversos congresos nacionales e internacionales organizados por Universidades o instituciones diversas tales como UNESCO, NATO, USAL...
- Fundador y Presidente de la Asociación Española de Cetrería (2002/ 2006) y Representante español en la IAF (Asociación internacional de cetrería y conservación de aves de presa) (2002/2006)

- Miembro del comité asesor de Archivo iberoamericano de cetrería ([www.aic.uva.es](http://www.aic.uva.es)) instituto de estudios Iberoamericanos.
- Ha dirigido diversas iniciativas de formación en el ámbito universitario y las instituciones públicas versadas en materia de Gestión ambiental y conservación.
- Asesor del Centro de excelencia de drones de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea ( AESA)
- Autor y coautor de diversas publicaciones en materia de RPAS, EIA, Educación Ambiental, cetrería y manejo de aves de presa, entre los que se encuentran libros y artículos en revistas especializadas españolas y extranjeras.

Para conocer más sobre ARBOREA INTELLBIRD: [www.aracnicoptero.com](http://www.aracnicoptero.com)

*1 Carlos Bernabéu , Para "El Mundo Innovadores"*

*2 Global Wind Energy Council. <http://www.gwec.net/global-figures/wind-in-numbers/>*